

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-347047

(43)Date of publication of application : 15.12.2000

(51)Int.Cl.

G02B 6/10  
G02B 5/18

(21)Application number : 11-155783 (71)Applicant : FUJIKURA LTD

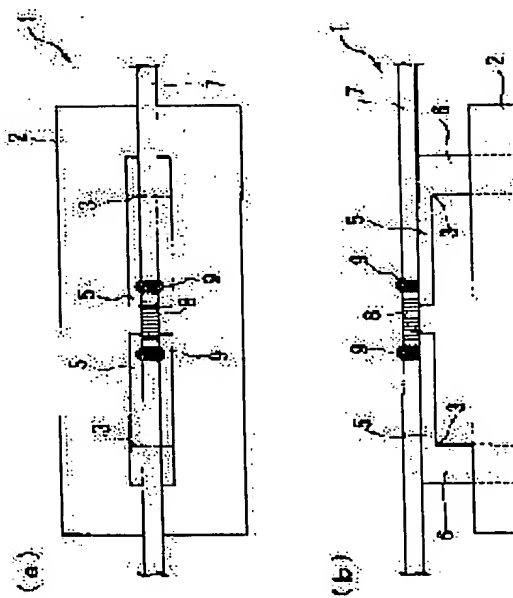
(22)Date of filing : 02.06.1999 (72)Inventor : SAKAMOTO AKIRA  
OKUDE SATOSHI  
SAKAI TETSUYA  
WADA AKIRA

## (54) TEMPERATURE COMPENSATION TYPE FIBER BRAGG GRATING

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make the contact stress from a pedestal to beams uniform, to improve a hysteresis characteristic and to simplify production stages by inserting the beams by press fit or shrinkage fit into beam mounting holes of the pedestal.

SOLUTION: Optical fiber fixing bases 5 of the beams 3 have a flat planar shape, intersect with pedestal insertion outside surfaces 6 and project outward from the flanks of the pedestal insertion parts 6. The planes of the optical fiber fixing bases 5 projecting from the flanks of the pedestal insertion parts 6 parallels with the plane of the pedestal 2 when the beams 2 are mounted at the pedestal 2. The mounting of the beam 3 at the pedestal 2 may be executed by press fit or shrinkage fit. After the beams 3 are mounted at the pedestal 2, optical fiber Bragg gratings are installed and fixed to the beams 3. In such a case, the optical fibers 7 are fixed onto the beams 3 in the state of applying tension thereto. While the tension is then maintained, the optical fibers 7 are fixed in another optical fiber fixing part 9.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.12.2002

[Date of sending the examiner's decision  
of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-347047  
(P2000-347047A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	フォーマット* (参考)
G 0 2 B 6/10		G 0 2 B 6/10	C 2 H 0 4 9
5/18		5/18	2 H 0 5 0

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-155783

(22) 出願日 平成11年6月2日 (1999. 6. 2)

特許法第30条第1項適用申請有り 1999年3月8日 社  
団法人電子情報通信学会発行の「1999年電子情報通信学  
会総合大会講演論文集 通信2」に発表

(71) 出願人 000005186

株式会社フジクラ

東京都江東区木場1丁目5番1号

(72) 発明者 坂元 明

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ  
クラ佐倉事業所内

(72) 発明者 奥出 聡

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ  
クラ佐倉事業所内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外3名)

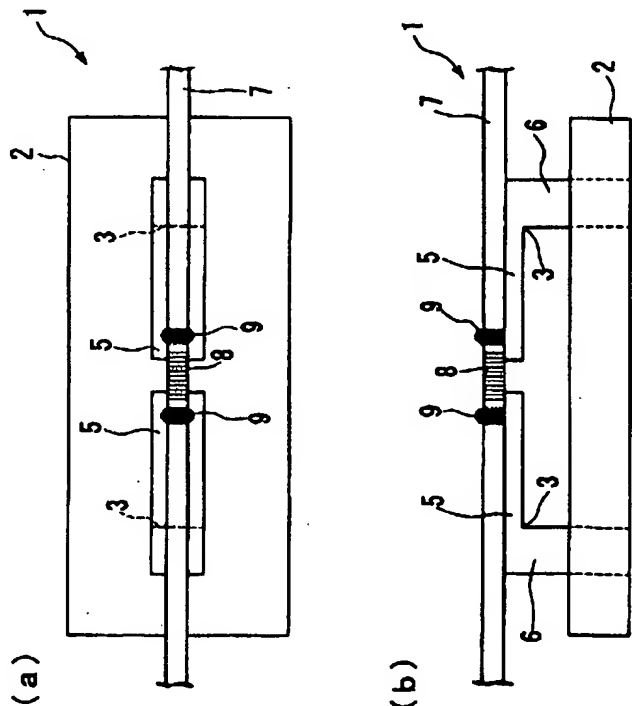
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 温度補償型光ファイバブラッググレーティング

(57) 【要約】

【課題】 ネジ等を使用しない、製造工程が簡略化され  
た温度補償型光ファイバブラッググレーティングを提供  
すること。

【解決手段】 台座2の線膨張係数よりも大きい線膨張  
係数を有する材料からなる梁3を、互いに向き合わせな  
がら台座2に対して圧入又は焼きバメにより差込んだ温  
度補償型光ファイバブラッググレーティング1。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 台座と梁を具備し、

前記台座は平板状で、その同一平面上に相対する 1 対の梁取付用穴を有し、

前記梁は台座差込部と、平板状で、前記台座に差し込まれたときに前記台座に平行する光ファイバ固定台とからなり、

前記梁の線膨張係数は前記台座の線膨張係数よりも大きく、

前記梁は、前記梁取付用穴のそれぞれに対して、前記台座から光ファイバ固定台までの高さが同じで、光ファイバ固定台がその長手方向で互いに向き合うようにして取付けられ、

光ファイバのグレーティング部が、前記梁取付用穴に取付けられた梁の光ファイバ固定台に、張力をかけた状態で架設固定され、

前記梁は焼きバメ又は圧入により前記台座の梁取付用穴に挿入されて固定されていることを特徴とする温度補償型光ファイバブラッググレーティング。

【請求項 2】 前記台座及び前記梁が共に金属からなる

$$(\partial \lambda / \partial T) = 2 \{ (\partial n_{\text{eff}} / \partial T) \cdot \Lambda + (\partial \Lambda / \partial T) \cdot n_{\text{eff}} \} \quad \dots (2)$$

となる。更に光ファイバの線膨張係数を  $\alpha$  とすると、 $\partial$ 

$$(\partial \lambda / \partial T) = 2 \{ (\partial n_{\text{eff}} / \partial T) \cdot \Lambda + \alpha \cdot \Lambda \cdot n_{\text{eff}} \} \quad \dots (3)$$

となる。ここで、熔融石英の屈折率温度依存性  $\partial n_{\text{eff}} / \partial T$  は、 $+9.8 \times 10^{-6}$  であり、更に熔融石英の線膨張係数  $\alpha$  は、 $4.0 \times 10^{-7}$  であるので、反射波長が 1550 nm である光ファイバブラッググレーティングの反射特性は、上記式 (3) より、約 0.01 (nm/K) の温度依存性を有することになる。従って、温度が例えば  $-20^\circ\text{C}$  から  $80^\circ\text{C}$  の範囲で  $100^\circ\text{C}$  変化する場合には、光ファイバグレーティングの反射波長は 1.0 nm 程度変動してしまうことになる。波長多重通信においては、波長間隔が 0.8 nm 程度で数種類の波長を同時に伝送する必要があるため、上記のような光ファイバブラッググレーティング特性の温度依存性は大きな問題となる。

【0004】このような光ファイバブラッググレーティングの温度依存性を低減させるため、(G. W. Yoffe ら、Optical Fiber Communication Technical Digest W14 pp. 134-135, 1995) において、図 7 に示されるような温度補償型光ファイバブラッググレーティング 20 が提案されている。この温度補償型光ファイバブラッググレーティング 20 は、線膨張係数の異なる二種類の部材を組み合わせたものであり、一方の部材を線膨張係数のより小さい台座 21 とし、他方の部材を線膨張係数のより大きい梁 22 としたものである。光ファイバブラッググレーティング 20 のグレーティング

ことを特徴とする請求項 1 記載の温度補償型光ファイバブラッググレーティング。

【請求項 3】 前記台座がチタンであり、前記梁がアルミニウムであることを特徴とする請求項 2 記載の温度補償型光ファイバブラッググレーティング。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、温度補償型光ファイバブラッググレーティングに関する。

【0002】

【従来の技術】光ファイバブラッググレーティングは、光ファイバの長さ方向に周期的な屈折率変化を作成することにより、特定波長の光を反射させる特性を持たせた光ファイバ部品である。この反射波長  $\lambda$  は、グレーティング周期  $\Lambda$  と実効屈折率  $n_{\text{eff}}$  を用いて以下のように書くことができる。

$$\lambda = 2 n_{\text{eff}} \cdot \Lambda \quad \dots (1)$$

【0003】従って、反射波長の温度依存性  $\partial \lambda / \partial T$  は、 $\Lambda / \partial T = \alpha \cdot \Lambda$  と書けるので、式 (2) は、

$$\Lambda + \alpha \cdot \Lambda \cdot n_{\text{eff}} \} \quad \dots (3)$$

部 23 は、台座 21 の両端にある梁 22 の間において、張力をかけた状態で、光ファイバ固定部 16、16 間に架設固定されている。例えば、この架設されたグレーティング部 23 の周囲の温度が上昇した場合には、台座 21 よりも梁 22 の膨張が大きいために、梁 22 上の光ファイバ固定部 16、16 間に架設固定されているグレーティング部 23 の張力は緩むことになる。即ち、グレーティング部 23 の見かけの線膨張係数が負の値となり、上記 (3) 式右辺第 2 項の値は負となる。従って、

(3) 式右辺第 2 項が (3) 式右辺第 1 項と絶対値が同じで負の値をとるように、台座 21 と梁 22 の線膨張係数及び長さを適宜調節することにより、光ファイバブラッググレーティングの温度依存性を打ち消すことが可能である。

【0005】図 7 に示される従来の温度補償型光ファイバブラッググレーティング 20 においては、台座 21 及び梁 22 はねじ又は接着剤により互いに固定されている。例えば台座 21 がインバーで梁 22 がアルミニウムの場合には、台座 21 と梁 22 はねじにより固定されていた。しかしながらねじにより台座 21 と梁 22 を固定する場合には、台座 21 と梁 22 とにかかる応力がねじ止めの部分に集中してしまい、歪みが生じてしまうという問題があった。更に、ねじ止め部を設けることにより光ファイバブラッググレーティングの製造方法が煩雑になるという問題もあった。また、ねじ止めによる固定を

行なった光ファイバブラッググレーティング 20 では、異質物であるねじを利用して梁 22 と台座 21 との固定を行なっているため、梁 22 及び台座 21 のそれぞれにかかる応力が一様ではなくなり、図 4 に示すようなヒステリシス特性、即ち温度上昇時と温度下降時とで異なる履歴をたどる現象が生じてしまうという問題があった。一方、台座 21 を石英ガラス製とし、梁 22 をアルミニウム製として両者を接着剤により固定した場合には、湿度などの環境変化によって光ファイバブラッググレーティングの温度補償機能が低下してしまうという問題があった。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、梁と台座との固定にねじ止めや接着剤等を使用しない、製造工程が簡略化された温度補償型光ファイバブラッググレーティングであって、ヒステリシス特性が改善されたものを提供することを目的としている。又、本発明は湿度等の環境変化に対しても温度補償特性が維持できる温度補償型光ファイバブラッググレーティングを提供することを目的としている。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決し目的を達成するために本発明の光ファイバブラッググレーティングは、以下のごとく構成されている。即ち、本発明の温度補償型光ファイバブラッググレーティングは、台座と梁を具備し、前記台座は平板状で、その同一平面上に相対する 1 対の梁取付用穴を有し、前記梁は台座差込部と、平板状で、前記台座に差し込まれたときに前記台座に平行する光ファイバ固定台とからなり、前記梁の線膨張係数は前記台座の線膨張係数よりも大きく、前記梁は、前記梁取付用穴のそれぞれに対して、前記台座から光ファイバ固定台までの高さが同じで、光ファイバ固定部がその長手方向で互いに向き合うようにして取付けられ、光ファイバのグレーティング部が、前記梁取付用穴に取付けられた梁の光ファイバ固定部に、張力をかけた状態で架設固定され、前記梁は焼きバメ又は圧入により前記台座の梁取付用穴に挿入されて固定されていることを特徴とするものである。本発明の温度補償型光ファイバブラッググレーティングにおいては、前記台座及び前記梁が共に金属からなることが好ましい。更に本発明の温度補償型光ファイバブラッググレーティングにおいては、前記台座がチタンであり、前記梁がアルミニウムであることが好ましい。

#### 【0008】

【発明の実施の形態】以下に、図を参照しながら本発明を詳しく説明する。図 1 は本発明の温度補償型光ファイバブラッググレーティングの一例を示す図である。図 1 (a) は上面図、図 1 (b) は側面図である。図中符号 1 は温度補償型光ファイバブラッググレーティングを、符号 2 は台座を、符号 3 は梁をそれぞれ示すものであ

る。

【0009】図 1 に示されるように、温度補償型光ファイバブラッググレーティング 1 は、台座 2 と、梁 3 と、台座 2 に固定された梁 3、3 の間に架設固定された光ファイバ 7 とから概略構成されるものである。図 2 (a) の上面図及び図 2 (b) の側面図に示されるように、台座 2 は平板状の形状を有し、その同一面上に開口部が四角形である 1 対の梁取付用穴 10、10 が台座 2 を貫通して形成されたものである。台座 2 の材料には、梁 3 の材料の線膨張係数よりも小さい線膨張係数を有するものが使用される。従って、材料の選定は梁 3 の材料の選定との兼ね合いによって行なわれるものであるが、一般的にはチタンやインバー等の線膨張係数の小さい金属が使用される。

【0010】図 3 (a) の上面図及び図 3 (b) の側面図に示されるように、梁 3 は台座差込部 6 と光ファイバ固定台 5 とからなるものである。台座差込部 6 は概ね立方体の形状を有するものとなっていて、その横断面の四角形の大きさは、台座 2 の梁取付用穴 10 の開口部の四角形の大きさよりも若干大きいものとなっている。一方、台座差込部 6 の高さについては、梁 3 の台座差込部 6 を台座 2 の梁取付用穴 10 に完全に差し込んだ際に、台座差込部 6 が梁取付用穴 10 から充分に突出するものであれば特に限定されるものではない。梁 3 の光ファイバ固定台 5 は、平板状の形状を有し、台座差込部 6 の側面と直交し、且つ台座差込部 6 の側面から外方へと突出したものである。そしてこの台座差込部 6 の側面から突出した光ファイバ固定台 5 の平面は、梁 3 が台座 2 に取付けられた際に、台座 2 の平面と平行するものとなっている。梁 3 の材料としては、台座 2 の材料の線膨張係数よりも大きい線膨張係数を有するものを使用し、台座 2 にチタン等の低線膨張性の金属を使用する場合には、アルミニウム等の線膨張係数のより大きい金属を使用する。尚、梁取付用穴 10、10 同士の間の距離は、台座 2 に取付ける梁 3 の大きさ、並びに梁 3 及び台座 2 の材質によって決まる相対的なものである。また、図 2 では梁取付用穴 10 の開口部の形状は四角形となるものとしたが、四角形以外の多角形とすることも可能である。

【0011】上記した構成の温度補償型光ファイバブラッググレーティングの製造は、梁 3 の台座 2 への取付と、光ファイバブラッググレーティングの梁 3、3 への架設固定とにより行なう。梁 3 の台座 2 への取付は圧入、又は焼きバメにより行なうことができる。圧入の場合には、台座差込部 6 に全側面から圧力をかけて圧縮し、台座差込部 6 をその状態で梁取付部 10 に押し込む。一方、焼きバメの場合には図 5 に示されるようにして、梁取付用穴 10 をガスバーナ等により予め加熱して膨張させておき、そこに梁 3 の台座差込部 6 を差し込む。差込後、台座 2 を冷却すると膨張していた梁取付用穴 10 が収縮して、台座 2 からの接触応力により梁 3 が

台座 2 に固定される。

【0012】上記のようにして梁 3, 3 を台座 2 に取付けた後に、光ファイバブラッググレーティングを梁 3, 3 に架設固定する。張力をかけた状態で光ファイバ 7 を梁 3, 3 上に固定するには、まず光ファイバ 7 のグレーティング部 8 が梁 3, 3 間のほぼ中心に位置するようにして光ファイバ 7 を光ファイバ固定台 5, 5 上に架設する。光ファイバ固定部 9, 9 のうち一方において光ファイバ 7 を固定した後に、光ファイバ固定部 9, 9 間に張力をかける。次いで張力を維持しながら、他方の光ファイバ固定部 9 において光ファイバ 7 を固定する。光ファイバ固定部 9 における光ファイバ 7 の固定は、UV 硬化型接着剤、熱硬化型接着剤等の接着剤、又はガラス半田、ガラス固定用金属半田等により行なうことができる。

【0013】上記のように構成される温度補償型光ファイバブラッググレーティングにおいて、どのようにして温度補償が実現されるかを以下に説明する。本発明の温度補償型光ファイバブラッググレーティングにおいては、例えば周囲の温度が上昇した場合には、梁 3 が熱膨張することになる。梁 3 の材料の線膨張係数は台座 2 のものよりも大きいため、梁 3 の膨張の度合いは台座 2 の膨張の度合いよりも大きい。従って、張力をかけた状態で梁 3, 3 間に架設固定されている光ファイバのグレーティング部の張力は弛むことになる。温度上昇自体はグレーティング部の反射波長に正の影響を与えるが、張力の弛みは反射波長に負の影響を与えるので、梁 3 の光ファイバ固定台 5 の長さを適宜調節することにより正の影響と負の影響とが相殺されて温度補償が実現されることになる。

【0014】本実施形態の温度補償型光ファイバブラッググレーティングにおいては、圧入又は焼きバメにより梁 3 が台座 2 に挿入固定しているので、ねじ止めや接着剤による固定に比べて製造工程が簡略化されている。また、梁 3 と台座 2 との固定にねじ止めを行っていないので台座 2 から梁 3 への接触応力が均一であり、ヒステリシ特性が従来のものに比べて大幅に改善することが可能である。更には、梁 3 及び台座 2 をともに金属で作製しているので、湿度等の環境変化の影響を受けにくいものとなっている。

#### 【0015】

【実施例】台座 2 はチタン（線膨張係数： $\alpha = 8.6 \times 10^{-6}$ ）を用いて、 $3 \text{ cm} \times 11.5 \text{ cm} \times 0.7 \text{ cm}$  の平板状のものにした。梁取付用穴 10 は、 $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$  とした。一方、梁 3 にはアルミニウム（線膨張係数： $\alpha = 23.1 \times 10^{-6}$ ）を用いて、台座差込部 6 を  $1.005 \text{ cm} \times 1.005 \text{ cm} \times 11 \text{ cm}$  とし、光ファイバ固定台 5 は、 $1 \text{ cm} \times A \text{ cm} \times 0.3 \text{ cm}$  とした。梁 3 は焼きバメにより台座 2 に差し込んだ。図 3

(b) に示される梁 3 の長さ A を  $34.5 \text{ mm}$  (#

1)、34.0 mm (#2)、33.5 mm (#3) にしたものそれぞれ作製して、これらについてのヒートサイクル特性を調べた。結果は図 6 に示した。図 6

(a) と図 4 との比較より明らかなとおり、何れの例の光ファイバブラッググレーティング (#1 ~ #3) においても、ねじや接着剤を使用して梁を台座に固定した従来の温度補償型光ファイバブラッググレーティングに比べて、ヒステリシス特性が大幅に改善されていることがわかる。従来の温度補償型光ファイバブラッググレーティングでは、 $100^\circ\text{C}$  の温度変化において最大で  $0.05 \text{ nm}$  程度の反射中心波長の差があったのに対して、#2 の温度補償型光ファイバブラッググレーティングにおいては、最大で  $0.005 \text{ nm}$  未満の反射中心波長の差しかなかった。

【0016】本実施例で作製した温度補償型光ファイバブラッググレーティングのうち、光ファイバ固定台 5 の長さが  $34.0 \text{ mm}$  である #2 の温度補償型光ファイバブラッググレーティングが、他の例に比べて非常に良好な温度補償特性が得られていることがわかる。実験結果は特に示さないが、梁 3 を焼きバメではなく圧入により台座 2 に差し込んだ場合にも、同様にしてヒステリシス特性の同程度の改善が得られた。

#### 【0017】

【発明の効果】本発明の温度補償型光ファイバブラッググレーティングは、梁が圧入又は焼きバメにより台座の梁取付用穴に挿入されて固定されているので、台座からの梁への接触応力が一様となるために、温度補償型光ファイバブラッググレーティングのヒステリシス特性が改善されたものとなる。また、台座への梁の差込にあたってはねじや接着剤を使用しないので、製造工程を簡略化することができる。本発明の温度補償型光ファイバブラッググレーティングは、梁及び台座が金属製である場合には、湿度等の環境変化に対しても影響されることなく温度補償を行なうことが可能なものとなる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の温度補償型光ファイバブラッググレーティングの一例を示す図である。

【図 2】 本発明の温度補償型光ファイバブラッググレーティングの台座を示す図である。

【図 3】 本発明の温度補償型光ファイバブラッググレーティングの梁を示す図である。

【図 4】 従来の温度補償型ファイバブラッググレーティングのヒステリシス特性を示す図である。

【図 5】 本発明の温度補償型光ファイバブラッググレーティングにおける、台座への梁の焼きバメの仕方を示す図である。

【図 6】 実施例の温度補償型光ファイバブラッググレーティングの温度補償の度合いを比較した図である。

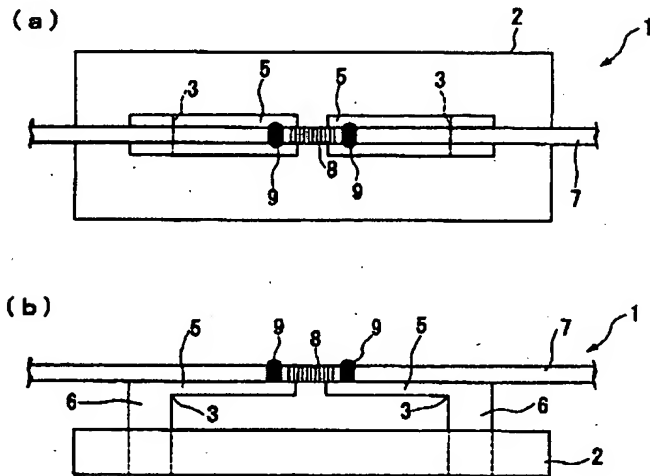
【図 7】 従来の温度補償型光ファイバブラッググレーティングを示す図である。

## 【符号の説明】

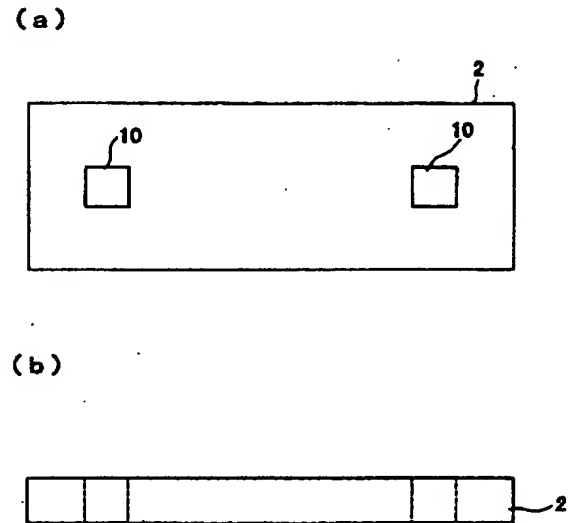
1・・・温度補償型光ファイバブラッググレーティング、2・・・台座、3・・・梁、5・・・光ファイバ固定部、6・・・台座差込部、8・・・グレーティング部、10・・・梁取付用穴

定台、6・・・台座差込部、8・・・グレーティング部、10・・・梁取付用穴

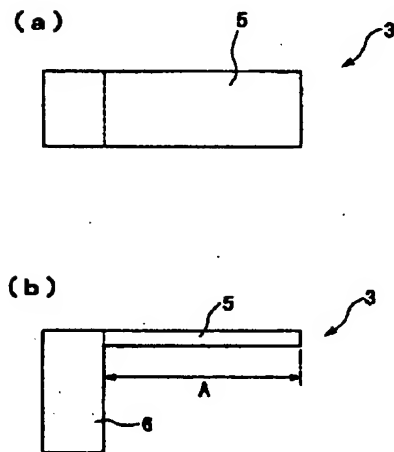
【図 1】



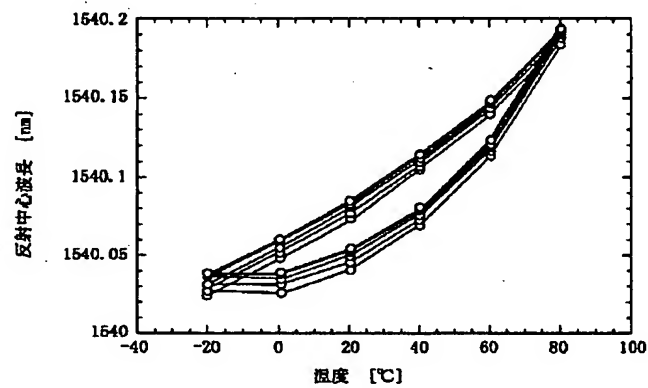
【図 2】



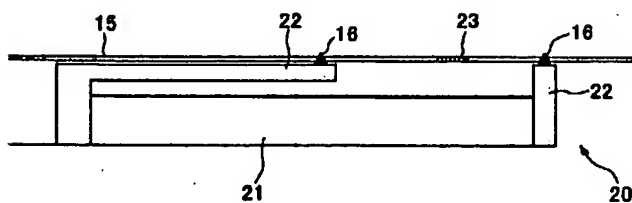
【図 3】



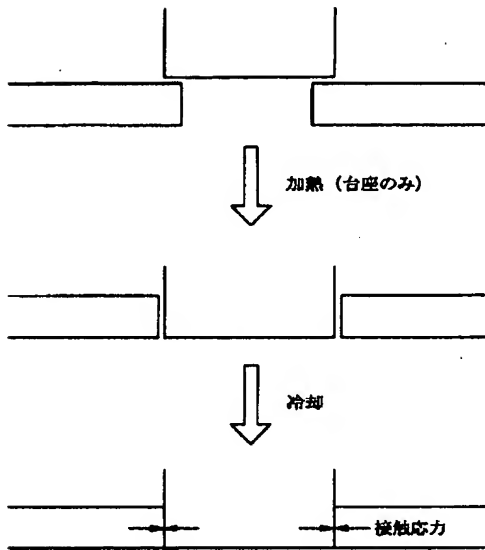
【図 4】



【図 7】

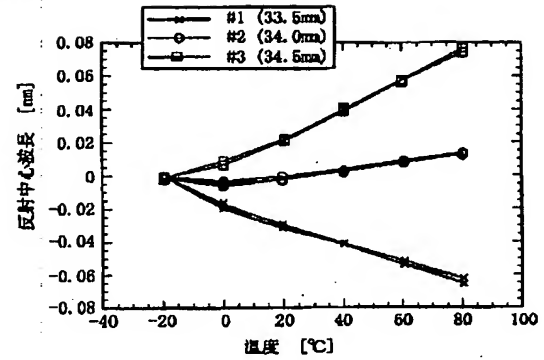


【図5】

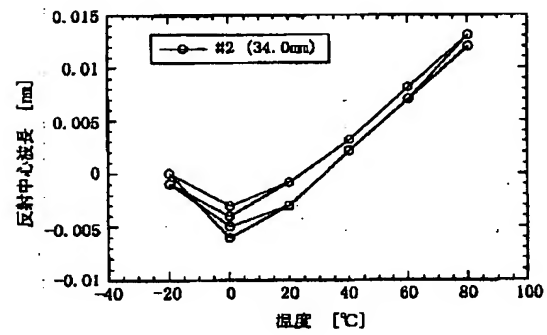


【図6】

(a)



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 酒井 哲弥  
千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ  
クラ佐倉事業所内

(72)発明者 和田 朗  
千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ  
クラ佐倉事業所内

Fターム(参考) 2H049 AA51 AA59 AA62 AA63 AA68  
2H050 AC82 AC84 AD00